



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : <b>G21C 3/356</b>		A1	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 99/03108</b>
			(43) Date de publication internationale: 21 janvier 1999 (21.01.99)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR98/01489		(81) Etats désignés: CN, JP, KR, RU, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Date de dépôt international: 9 juillet 1998 (09.07.98)			
(30) Données relatives à la priorité: 97/08873 11 juillet 1997 (11.07.97) FR		Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>	
(71) Déposants ( <i>pour tous les Etats désignés sauf US</i> ): FRAM-ATOME [FR/FR]; Tour Framatome, 1, place de la Coupole, F-92400 Courbevoie (FR). COMPAGNIE GENERALE DES MATIERES NUCLEAIRES [FR/FR]; 2, rue Paul Dautier, F-78140 Vélizy-Villacoublay (FR).			
(72) Inventeurs; et			
(75) Inventeurs/Déposants ( <i>US seulement</i> ): MAYET, Roland [FR/FR]; 11, petite rue Pasteur, F-69100 Villeurbanne (FR). BONNAMOUR, Michel [FR/FR]; 3, rue Champagney, F-69008 Lyon (FR).			
(74) Mandataire: FORT, Jacques; Cabinet Plasseraud, 84, rue d'Amsterdam, F-75440 Paris Cedex 09 (FR).			
<p><b>(54) Title: GRID FOR NUCLEAR FUEL ASSEMBLY AND INSERT FOR SAME</b></p> <p><b>(54) Titre: GRILLE POUR ASSEMBLAGE COMBUSTIBLE NUCLEAIRE ET PLAQUETTE POUR UNE TELLE GRILLE</b></p> <p><b>(57) Abstract</b></p> <p>The invention concerns a grid in the insert of which are arranged, at regular intervals, assembling notches with transverse inserts and, between at least some pairs of notches, a spring (22, 30) for maintaining the pencil comprising two elastic strips (24) cut out in the insert planar wall and forming a single piece therewith. Each strip extends transversely to the insert and is connected to the part of the insert containing the pencil by its two ends. The strips project freely towards the inside of the cell concerned and are connected in their middle by a transverse connecting strap (26), projecting relative to the two strips.</p> <p><b>(57) Abrégé</b></p> <p>Dans la plaque de grille sont ménagées, à intervalles réguliers, des encoches d'assemblage avec des plaquettes transversales et, entre certaines au moins des paires d'encoches, un ressort (22, 30) de maintien de crayon comportant deux bandes élastiques (24), découpées dans la paroi plane de la plaque et d'une seule pièce avec elles. Chaque bande s'étend dans le sens transversal à la plaque et est reliée à la partie courante de la plaque par ses deux extrémités. Les bandes sont en saillie vers l'intérieur de la cellule concernée à l'état libre et sont reliées en leur milieu par un pontet transversal (26), en saillie par rapport aux deux bandes.</p>			

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publient des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Maroc	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

GRILLE POUR ASSEMBLAGE COMBUSTIBLE NUCLEAIRE ET PLAQUETTE  
POUR UNE TELLE GRILLE

5 L'invention concerne les grilles de maintien des crayons de combustible d'un assemblage de combustible nucléaire, et notamment celles utilisées dans les réacteurs à eau sous pression pour maintenir les crayons aux noeuds d'un réseau régulier, généralement carré.

10 Elle concerne notamment la constitution des plaquettes qui sont assemblées entre elles, généralement à mi-fer, pour constituer les grilles.

15 Les grilles d'un assemblage délimitent des cellules "courantes" destinées à recevoir des crayons et d'autres cellules qui sont traversées par des tubes guides, souvent soudés aux grilles. Classiquement, dans les grilles servant au maintien axial et latéral des crayons, des bossettes rigides d'appui des crayons sont ménagées dans deux des quatre faces de chaque cellule courante de réception de crayon et deux ressorts de maintien découpés ou rapportés sur les deux autres faces, pressent le crayon contre les bossettes.

20 25 30 35 L'invention concerne en particulier les plaquettes de grille dont les ressorts sont d'une seule pièce avec la partie plate de la plaquette. Ces plaquettes sont constituées, au moins dans la partie de l'assemblage soumis à un flux neutronique élevé, en des alliages à base de zirconium, tels que le Zircaloy 4. Sous irradiation neutronique, les caractéristiques mécaniques de ces alliages se dégradent. On a déjà proposé de limiter les conséquences de cette dégradation par des constitutions particulières des ressorts. Le document FR-A-2 338 549 décrit une plaquette de grille dont chaque ressort comporte une bande ondulée flexible s'étendant dans le sens d'écoulement du réfrigérant, c'est-à-dire dans le sens transversal à la plaquette, ou deux bandes parallèles reliées dans leur partie médiane par une partie

qui fait saillie dans l'écoulement et qui est prolongée, entre les deux bandes, par deux pattes. Cette partie en saillie constitue un obstacle qui perturbe l'écoulement du réfrigérant. Le document WO-A-94/25935 décrit un ressort constitué par une bande élastique dont les extrémités sont reliées à la partie courante de la plaquette par deux pontets emboutis. Si les pontets, du fait de leur orientation, ne gênent pas notablement l'écoulement du réfrigérant, la flèche que conserve la lame lorsqu'elle est en appui contre un crayon constitue encore un obstacle à l'écoulement.

La présente invention vise notamment à fournir une plaquette comportant des ressorts de maintien ayant une constitution telle qu'ils assurent un compromis satisfaisant entre la résistance mécanique, la conservation d'une force élastique de maintien satisfaisante et une transparence élevée à l'écoulement du réfrigérant.

Dans ce but, l'invention propose notamment une plaquette de grille de maintien de crayons de combustible, dans laquelle sont ménagées, à intervalles réguliers, des encoches d'assemblage avec des plaquettes transversales et, entre certaines au moins des paires d'encoches, un ressort de maintien de crayon comportant deux bandes élastiques découpées dans la paroi plane de la plaquette et d'une seule pièce avec elle, dont chacune s'étend dans le sens de l'écoulement axial d'une grille comportant la plaquette et est reliée à la plaquette par ses deux extrémités, les bandes étant en saillie vers l'intérieur de la cellule concernée, au moins à l'état libre, et étant reliées en leur milieu par un pontet transversal, en saillie par rapport aux deux bandes.

Les ressorts d'une plaquette intérieure peuvent avoir tous la même constitution ou peuvent avoir des constitutions différentes, selon par exemple que la paroi dans laquelle est ménagé le ressort sépare deux cellules occupées toutes deux par un crayon ou sépare deux cellules dont l'une est

occupée par un tube guide.

Dans le premier cas, les deux bandes élastiques sont avantageusement jointives à proximité de leurs emplantures, c'est-à-dire dans les zones proches de leur raccordement avec la partie courante de la plaquette et sont au contraire éloignées l'une de l'autre dans leurs parties centrales, reliées par le pontet. En particulier, les parties proches de l'emplanture et les parties centrales peuvent être rectilignes dans le sens de l'écoulement ; chaque emplanture est alors raccordée à la partie centrale correspondante par une zone courbe ou oblique. Une telle constitution évite la présence d'ouvertures importantes dans la plaquette, susceptibles de perturber l'écoulement en autorisant notamment des échanges incontrôlés entre cellules.

Dans le deuxième cas, la plaquette constitue une paroi de cellule qui s'adosse à un tube guide ; le ressort peut être constitué par deux bandes parallèles l'une à l'autre et au sens d'écoulement, dont les parties centrales sont reliées par le pontet. La présence d'une ouverture dans la plaquette ne présente pas d'inconvénient à cet endroit étant donné qu'elle est obturée par le tube guide.

De part et d'autre d'un tel ressort, dans le sens de l'écoulement, subsiste une zone sensiblement plate dans laquelle la plaquette peut être fixée au tube guide par une soudure.

Un appui doit être fourni au crayon placé à l'opposé du sens d'action d'un ressort. Pour cela le ressort, situé dans une partie médiane de la plaquette, est en général encadré par deux appuis constitués par des pontets emboutis, transversaux à l'écoulement pour ne pas modifier sensiblement la section de passage du réfrigérant. Les pontets des ressorts et ceux des appuis peuvent avoir la même forme.

La forme initiale donnée aux bandes du ressort par emboutissage est avantageusement telle que les bandes soient repoussées sensiblement dans le même plan que la partie courante de la plaquette lors de l'introduction d'un crayon

que doit retenir le ressort. La saillie des pontets et celle des bossettes dans une cellule sont avantageusement égales lorsque les ressorts sont en position active.

5 Les plaquettes peuvent être munies également d'ailettes déflectrices destinées à améliorer le mélange du réfrigérant, présentant une forme courbe.

10 La grille comprend généralement des plaquettes extérieures constituant une ceinture et qui sont en butée sur les plaquettes intérieures par des liaisons de type tenon-mortaise. Ces plaquettes extérieures peuvent présenter des ailettes de guidage destinées à limiter le risque d'accrochage entre les grilles d'assemblages adjacents lors du chargement ou du déchargement d'un assemblage combustible.

15 Dans un mode avantageux de réalisation, les plaquettes extérieures sont cintrées à la base des ailettes de guidage et épousent les arêtes terminales des plaquettes intérieures courantes, présentant des formes courbes à cet effet.

20 25 Les plaquettes extérieures peuvent contribuer également au maintien des crayons périphériques et être munies de ressorts. Compte tenu du nombre relativement faible de cellules de grilles concerné et afin de donner une grande robustesse à ces plaquettes, les ressorts, obtenus par découpe et emboutissage, peuvent être disposés dans le sens de l'écoulement.

25 Les plaquettes peuvent notamment être constituées en un des alliages de zirconium dénommés "Zircaloy 4", à l'état recristallisé.

30 35 Les caractéristiques ci-dessus, avantageusement utilisables en combinaison mais pouvant l'être séparément, ainsi que d'autres, apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit de modes particuliers de réalisations, donnés à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective d'une fraction de grille et d'un tube guide, les plaquettes intérieures étant munies de ressorts conformément à un mode particulier

de réalisation et représentées à l'état libre ;

- la figure 2, similaire à la figure 1, montre les ressorts en position "active", c'est-à-dire dans l'état où ils sont repoussés par l'appui d'un crayon ;

5 - la figure 3 est une vue en coupe suivant un plan passant par l'axe d'une cellule contenant un crayon, montrant un ressort en position active et un ressort à l'état libre ;

- la figure 4 est une vue de dessus de la figure 3 ;

10 - la figure 5, similaire à un fragment de la figure 1, montre une variante de réalisation, permettant d'accroître la robustesse des grilles ;

15 - la figure 6 est une vue de face d'un fragment d'une plaquette extérieure appartenant à la ceinture de la grille, montrant un ressort de maintien de crayon à élasticité renforcée et à moindre susceptibilité aux sollicitations extérieures accidentelles ;

20 - les figures 7 et 8 sont des vues en coupe de la figure 6, respectivement suivant les lignes VII-VII et VIII-VIII ;

- la figure 9 montre un fragment de plaquette comportant des ressorts du genre montré en figure 1 et sa jonction avec une plaquette de ceinture ;

25 - la figure 10 montre, en perspective, un fragment de grille du genre montré en figure 9.

La grille 10, dont un fragment est montré en figures 1 et 2, est notamment constituée de deux jeux de plaquettes 12 et 14 entrecroisées, emboîtées à mi-fer et présentant pour cela des encoches. Ces plaquettes sont fixées entre elles, 30 par exemple par soudage aux points de croisement 16. Les plaquettes 12 et 14 délimitent des cellules destinées à recevoir des crayons de combustible 18, tels que ceux représentés en traits mixtes sur la figure 2. Certaines des cellules reçoivent au contraire des tubes guides 20 destinés 35 à livrer passage aux crayons absorbants de grappes de commande. Généralement, au moins certains de ces tubes

guides sont fixés aux grilles. Ils relient un embout supérieur et un embout inférieur d'assemblage, non représentés.

Certaines au moins des grilles d'un assemblage sont destinées à maintenir les crayons aux noeuds d'un réseau régulier et à les supporter verticalement. La grille montrée à titre d'exemple en figures 1 et 2 remplit ces deux fonctions. Pour cela, la grille comporte, dans deux directions orthogonales, des moyens d'appui ménagés dans une face de la cellule et un ressort découpé dans la face opposée de la cellule et pressant le crayon contre les moyens d'appui.

Deux des faces de chaque cellule contenant un crayon présentent un ressort dont l'élasticité tend à l'amener en saillie dans la cellule. Ce ressort a une constitution différente suivant qu'il est adossé à une cellule destinée à recevoir un crayon de combustible ou à une cellule qui contient un tube guide 20.

Chacun des ressorts 22 séparent deux cellules occupées par des crayons est constitué de deux bandes élastiques 24 découpées dans la paroi plane de la plaquette et d'une seule pièce avec elle, reliées en leur milieu par un pontet transversal 26 en saillie par rapport aux deux bandes. Chaque bande s'étend dans le sens transversal à la grande dimension de la plaquette, c'est-à-dire dans le sens de l'écoulement. Chaque bande 24 est reliée à la plaquette par ses deux extrémités. Au repos, elle est inclinée vers l'intérieur de la cellule à partir de ses extrémités (figure 1). Le pontet représente une saillie supplémentaire par rapport aux deux bandes auxquelles il se raccorde.

Chacun des ressorts 22 est encadré, dans le sens de l'écoulement, par des moyens d'appui constitués par deux bossages 28. Les bossages 28 et les pontets 26 peuvent avoir exactement la même forme.

La fabrication des ressorts et des pontets peut s'effectuer de façon classique, par emboutissage et étirage.

Les bandes élastiques 24 sont jointives à proximité de leur emplanture et éloignées l'une de l'autre dans leur

partie centrale, pour laisser la place nécessaire au pontet. Ainsi la brèche entre les deux bandes, qui fait communiquer deux cellules adjacentes occupées chacune par un crayon, est de faible largeur ; elle ne perturbe pratiquement pas l'écoulement.

Les ressorts 30 adossés à une cellule contenant un tube guide 20 comportent eux aussi deux bandes élastiques découpées et reliées dans leur partie centrale par un pontet 26. Mais les deux bandes 32 du ressort 30 s'étendent sensiblement parallèlement l'une à l'autre et au sens d'écoulement. La brèche ainsi constituée est sans inconvénient, puisqu'elle est obturée par le tube guide 20.

La grille peut être fixée aux tubes guides par des points de soudage soit dans des zones 34 sensiblement planes ou légèrement bombées, situées de part et d'autre des ressorts 30, soit sur des languettes ménagées en partie supérieure et/ou inférieure des plaquettes au droit de la cellule contenant le tube guide 20.

La saillie des pontets 26 par rapport aux bandes et la forme des bandes au repos sont avantageusement choisies de façon telle que les bandes soient repoussées sensiblement dans le même plan que la partie courante de la plaquette lorsque les crayons 18 sont en place, comme cela apparaît sur les figures 2, 3 et 4.

Sur la figure 3 par exemple, le ressort 22 de la plaquette 12 de droite est en saillie, du fait qu'aucun crayon ne la repousse. En revanche, le ressort 22 de la plaquette de gauche est fléchi par un crayon 18 à un point tel que ses bandes sont pratiquement dans le même plan que la partie courante de la plaquette 12, de sorte qu'elles ne gênent pas l'écoulement.

Pour accroître la robustesse des grilles, les plaquettes peuvent être soudées entre elles non seulement aux points de croisement 16 sur chaque grande face de la grille, mais aussi en des emplacements supplémentaires. La figure 5 montre par exemple des plaquettes 12 ayant deux fenêtres

supplémentaires 36 alignées sur chaque ligne de croisement avec une autre plaquette. On constitue ainsi des accès permettant de souder les plaquettes en deux points supplémentaires au moins. Le soudage est effectué à l'aide d'un outil introduit dans la grille, par exemple à faisceau laser. Les fenêtres 36 seront généralement situées entre les bossages au niveau du ressort, dans le sens de l'écoulement.

La grille peut comporter quatre plaquettes extérieures reliées entre elles pour constituer une ceinture. Lors du chargement ou du déchargement d'un assemblage combustible, il existe un risque qu'une ceinture de cet assemblage s'accroche à la ceinture d'un assemblage voisin. Pour réduire ce risque, on a déjà proposé de cintrer les angles de la ceinture vers l'intérieur. Le risque d'accrochage est encore réduit dans le cas de la ceinture, dont un fragment est montré en figures 9 et 10. Les plaquettes extérieures, constituant la ceinture, ont une forme particulière. Ces plaquettes sont cintrées vers l'intérieur dans les parties 40 proche de leur arête amont et 42 proche de leur arête aval. Les extrémités des plaquettes courantes 12 et 14 sont découpées en conséquence. La partie amont de l'extrémité de chaque plaquette 12 ou 14 est arrondie ou biseautée et peut de plus présenter un ergot 44 engagé dans un trou de la portion cintrée de la plaquette de ceinture.

La partie aval de l'extrémité de chaque plaquette 12 ou 14 comporte une excroissance 46 dirigée dans le sens de l'écoulement, à arête arrondie ou biseautée, sur laquelle s'appuie la ceinture. Cette excroissance peut elle aussi avoir un ergot 44. La saillie de l'excroissance peut être sensiblement égale à celle des ailettes de déviation d'écoulement 48 classiquement prévues.

La ceinture représentée en figures 9 et 10 peut être utilisée avec des plaquettes courantes 12 et 14 dont les ressorts ont une constitution différente de celle montrée sur les figures 1 à 4 ; leur constitution peut notamment être classique.

5 Les ressorts de maintien des crayons périphériques situés sur la ceinture extérieure sont susceptibles d'être exposés à des sollicitations accidentelles risquant d'altérer leur fonction de supportage. Dans un mode avantageux de réalisation de l'invention, la grille comporte une ceinture 38 dans laquelle sont ménagés des ressorts renforcés. Pour cela on limite le débattement des lames élastiques et on accroît leur protection en les disposant en retrait par rapport à la face externe de la grille.

10 Le renforcement peut être assuré notamment par des moyens du genre montré en figures 6 à 8. Le ressort 52 est constitué par découpe et cintrage d'une zone de la ceinture qui est déformée vers l'intérieur pour constituer un renflement 54. Sur la figure 6 on voit que ce renflement est de forme allongée dans le sens de l'écoulement, et donc du ressort, avec des bords parallèles raccordés par des portions semi-circulaires. Le renflement peut être constitué par emboutissage ou mise en forme à la presse.

20 Le ressort 52 lui-même est de forme classique, avec une partie centrale 56 débordante, mais cette forme n'est pas indispensable ; sa saillie au repos peut être différente de celle des ressorts 22 et 30. Grâce à la présence du renflement, le ressort est protégé des risques d'agression extérieure directe, ce qui permet de tirer entièrement parti 25 de ces découpes latérales pour lui conférer une rigidité et une élasticité optimale. De plus, le renflement limite naturellement la flèche maximale du ressort en limitant le déplacement d'un crayon vers l'extérieur de la grille à une valeur telle que le crayon s'appuie sur lui.

30 Lorsqu'il est nécessaire de réduire le plus possible les pertes de charge imposées au réfrigérant, l'arête amont des plaquettes, de la ceinture, des bossettes et/ou des pontets peut être profilée, par exemple comme décrit dans la demande de brevet déposée le même jour que la présente demande et ayant pour titre "Plaquettes de grille pour assemblage 35 combustible nucléaire et grille comportant de telles plaquettes".

## REVENDICATIONS

1. Plaquette de grille de maintien de crayons de combustible, dans laquelle sont ménagées, à intervalles réguliers, des encoches d'assemblage avec des plaquettes transversales et, entre certaines au moins des paires d'encoches, un ressort (22,30) de maintien de crayon comportant deux bandes élastiques (24) découpées dans la paroi plane de la plaquette et d'une seule pièce avec elles, dont chacune s'étend principalement dans le sens de l'écoulement et est reliée à la partie courante de la plaquette par ses deux extrémités, les bandes étant en saillie vers l'intérieur de la cellule concernée à l'état libre et étant reliées en leur milieu par un pontet transversal (26), en saillie par rapport aux deux bandes, les deux bandes élastiques (24) de certains au moins (22) des ressorts étant jointives à proximité de leur emplanture et éloignées l'une de l'autre dans leurs parties centrales reliées par le pontet (26).

2. Plaquette de grille de maintien de crayons de combustible, dans laquelle sont ménagées, à intervalles réguliers, des encoches d'assemblage avec des plaquettes transversales et, entre certaines au moins des paires d'encoches, un ressort (22,30) de maintien de crayon comportant deux bandes élastiques (24) découpées dans la paroi plane de la plaquette et d'une seule pièce avec elles, dont chacune s'étend principalement dans le sens de l'écoulement et est reliée à la partie courante de la plaquette par ses deux extrémités, les bandes étant en saillie vers l'intérieur de la cellule concernée à l'état libre et étant reliées en leur milieu par un pontet transversal (26), en saillie par rapport aux deux bandes, la forme des bandes et du pontet de chaque ressort (22,30) étant telle que les bandes soient repoussées élastiquement dans le même plan que la partie courante de la plaquette munie du ressort par la présence d'un crayon.

3. Plaquette selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que les ressorts ont des constitutions différentes suivant que la paroi dans laquelle est ménagé le ressort sépare deux cellules destinées à être occupées toutes deux

## 11

par un crayon ou sépare deux cellules dont l'une est destinée à être occupée par un tube guide (20).

4. Plaquette selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisée en ce que les deux bandes de certains seulement des ressorts (30) sont sensiblement parallèles l'une à l'autre et au sens d'écoulement.

5. Plaquette selon la revendication 2, caractérisée en ce que les ressorts (30) ayant des bandes parallèles sont adossés à une cellule traversée par un tube guide (20).

10 6. Plaquette selon la revendication 4 ou 5, caractérisée en ce que chacun des ressorts (30) ayant des bandes parallèles est encadré dans le sens transversal à la plaquette par des zones de soudage sensiblement planes ou légèrement bombées.

15 7. Grille selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que chaque ressort destiné à être adossé à une cellule contenant un crayon combustible est encadré, dans le sens transversal à la grande dimension de la plaquette, par deux bossages (28) en saillie dans une 20 direction opposée à celle du ressort (22).

8. Plaquette selon la revendication 7, caractérisée en ce que le pontet (26) d'un ressort (22) et les bossages (28) qui l'encadrent et qui constituent des moyens de butée ont la même forme.

25 9. Grille de maintien de crayons de combustible pour assemblage combustible nucléaire, constituée de deux jeux entrecroisés de plaquettes (12,14) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que la partie amont de chaque extrémité de chaque plaquette comporte des découpes ou renforts de forme courbe servant d'appui à une ceinture (38) cintrée vers l'intérieur, au moins à l'amont de la grille.

30 10. Grille selon la revendication 9, caractérisé en ce que les découpes ou renforts de forme courbe comportent un ergot (44) engagé dans un trou de la partie cintrée de la ceinture.

35 11. Grille selon la revendication 9 ou 10, caractérisée

en ce que la ceinture porte des ressorts renforcés, d'une seule pièce avec elle.

5 12. Grille selon la revendication 11, caractérisée en ce que chaque ressort de ceinture est découpé dans une zone de la ceinture qui est déformée vers l'intérieur pour constituer un renflement, protégeant les ressorts contre les sollicitations extérieures directes et contre un déplacement excessif du crayon vers l'extérieur.

1/4

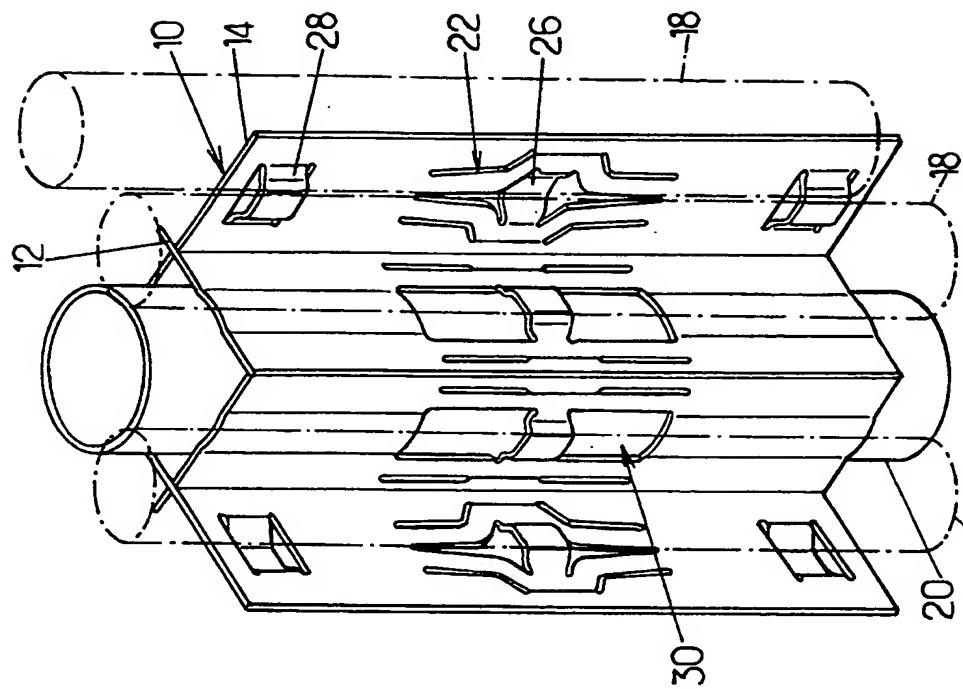


FIG. 2.

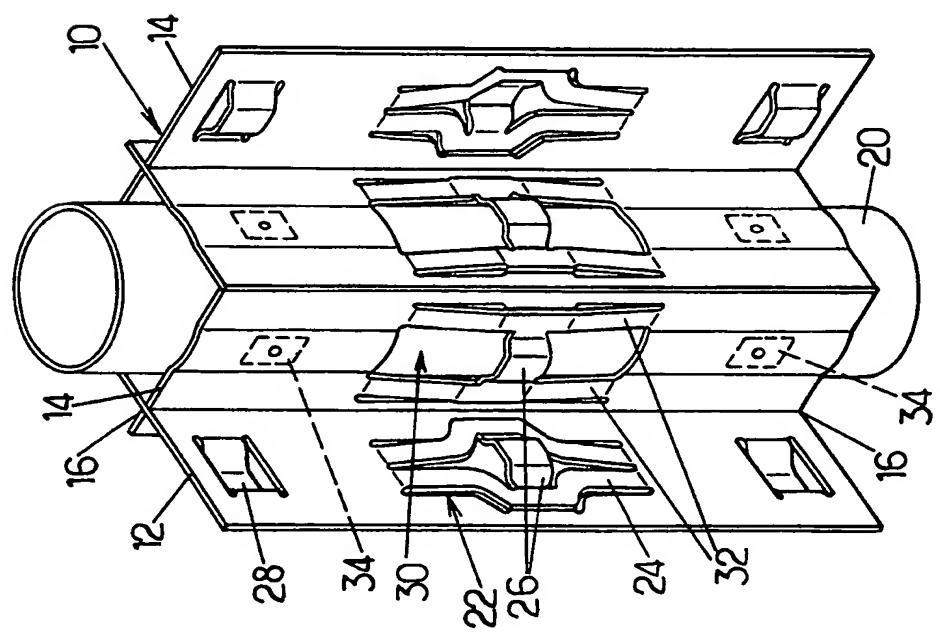


FIG. 1.

2/4

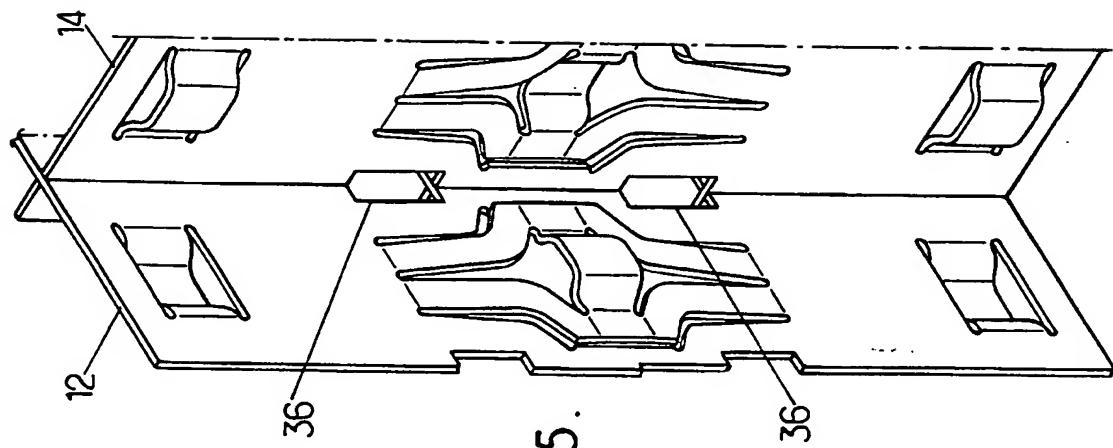


FIG. 5.

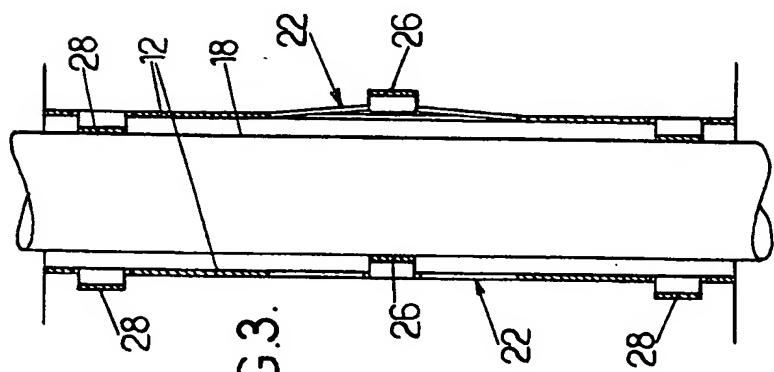
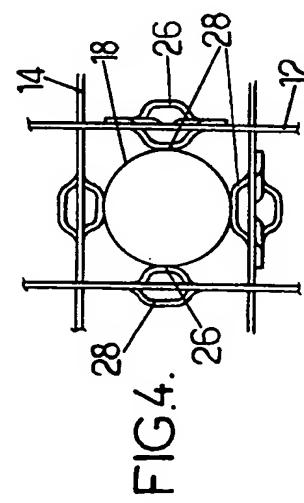


FIG. 3.



3/4

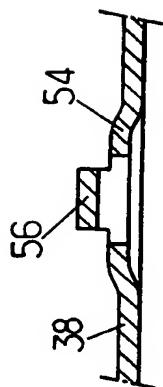


FIG. 8.

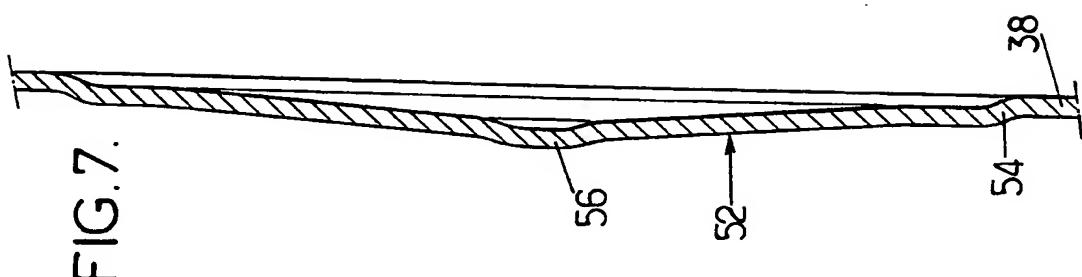


FIG. 7.

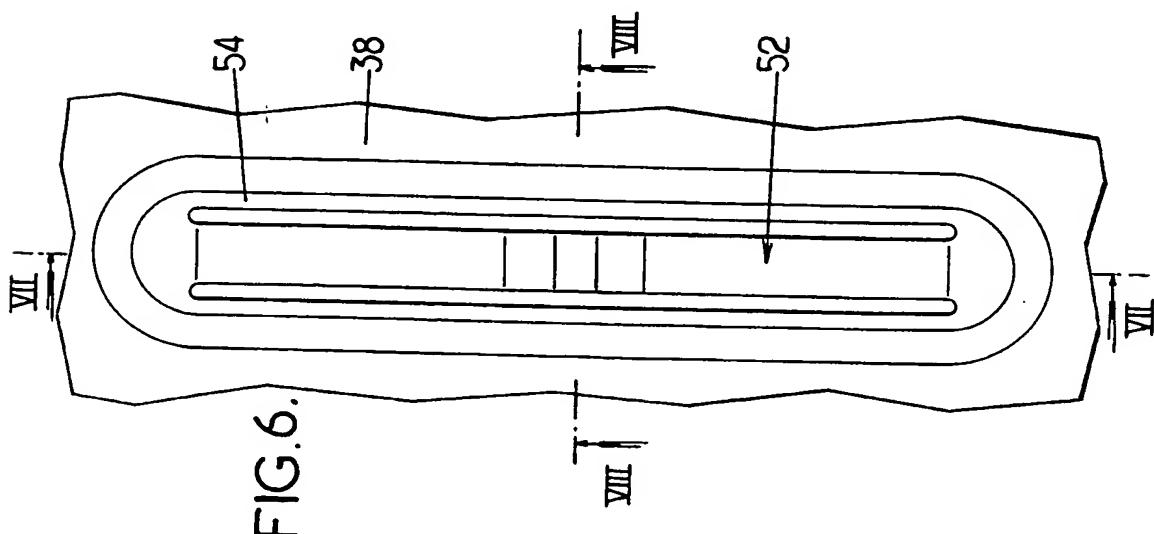


FIG. 6.

4/4

FIG. 10.

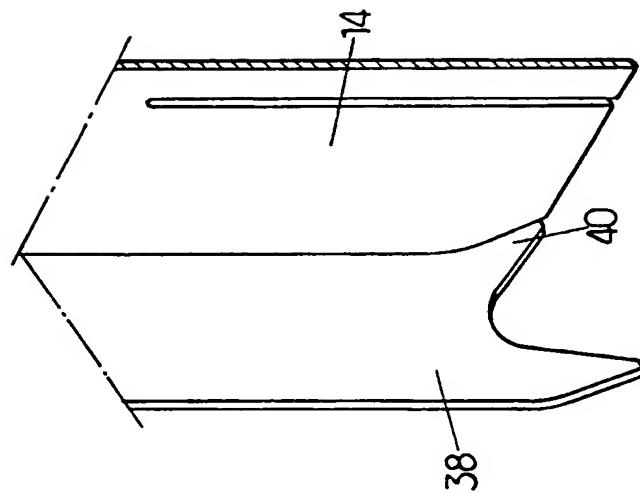
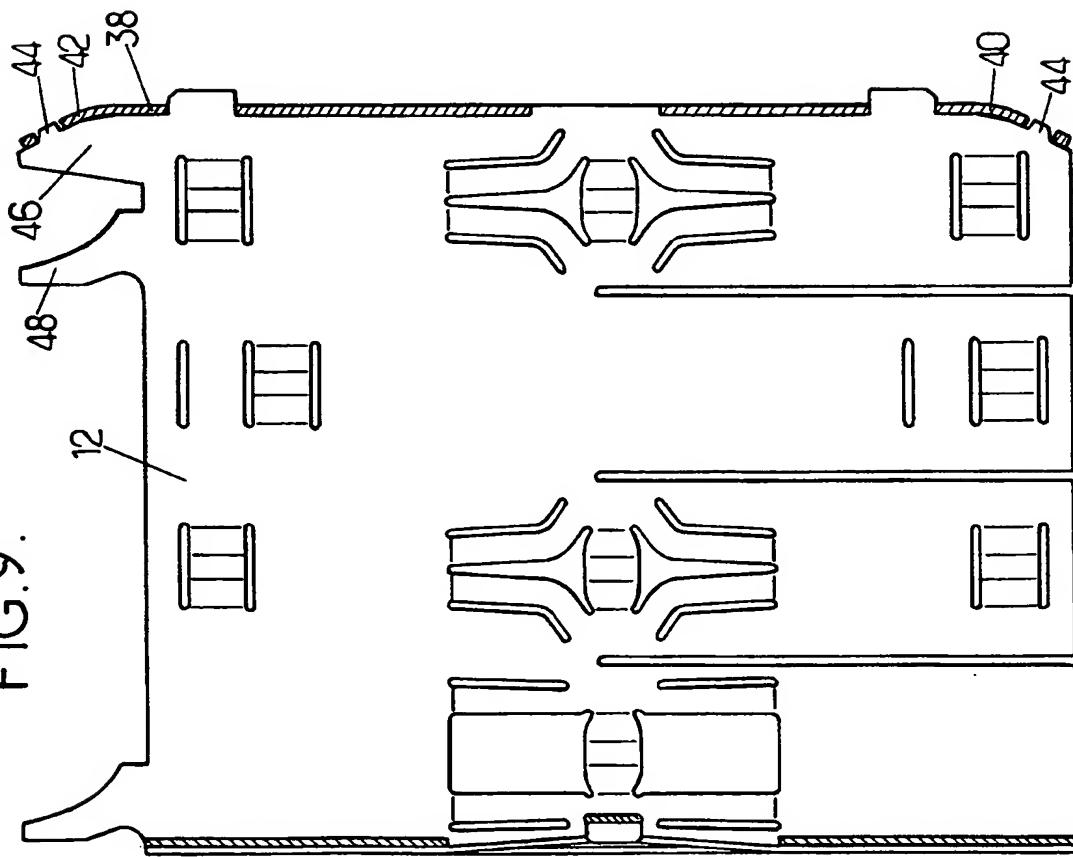


FIG. 9.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No  
PCT/FR 98/01489

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 G21C/356

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 G21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 139 736 A (BRYAN WILLIAM J) 18 August 1992 see column 7, line 4 - column 8, line 23; figures 2-11	2,7
A	---	1,4,5, 8-12
Y	EP 0 025 395 A (COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE) 18 March 1981 claim page 8; figures 1-3	2,7
A	---	1,4,5
A	EP 0 196 598 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 8 October 1986 see page 6, line 17 - page 8, line 22; figures 2-6	1,2,7
	---	-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 October 1998

Date of mailing of the international search report

20/10/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Deroubaix, P

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**Intern: ai Application No  
PCT/FR 98/01489**C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 338 549 A (COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE) 12 August 1977 cited in the application see the whole document -----	1,2,4,5, 7,8
A	US 5 331 678 A (HATFIELD STEPHEN C ET AL) 19 July 1994 cited in the application see claims 1-5; figures 1-8 -----	1,2,4,5, 7

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

Internal Application No  
PCT/FR 98/01489

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 5139736	A	18-08-1992	US	5188797 A	23-02-1993
EP 0025395	A	18-03-1981	FR	2465297 A	20-03-1981
			CA	1157581 A	22-11-1983
			JP	1482528 C	27-02-1989
			JP	56046490 A	27-04-1981
			JP	63031066 B	22-06-1988
			US	4396573 A	02-08-1983
			ZA	8005497 A	26-08-1981
EP 0196598	A	08-10-1986	US	4702881 A	27-10-1987
			JP	61231487 A	15-10-1986
			KR	9403799 B	03-05-1994
FR 2338549	A	12-08-1977	CA	1096058 A	17-02-1981
			DE	2659634 A	14-07-1977
			GB	1517670 A	12-07-1978
			JP	1352812 C	11-12-1986
			JP	52085692 A	16-07-1977
			JP	61015393 B	23-04-1986
			NL	7700111 A	12-07-1977
			SE	426626 B	31-01-1983
			SE	7700135 A	10-07-1977
US 5331678	A	19-07-1994	AU	4921793 A	21-11-1994
			DE	69306416 D	16-01-1997
			DE	69306416 T	28-05-1997
			EP	0696377 A	14-02-1996
			WO	9425965 A	10-11-1994

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N°  
PCT/FR 98/01489

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 6 G21C3/356

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 6 G21C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y A	US 5 139 736 A (BRYAN WILLIAM J) 18 août 1992 voir colonne 7, ligne 4 - colonne 8, ligne 23; figures 2-11 ---	2, 7 1, 4, 5, 8-12
Y A	EP 0 025 395 A (COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE) 18 mars 1981 * revendication page 8; figures 1-3 *	2, 7 1, 4, 5
A	EP 0 196 598 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP) 8 octobre 1986 voir page 6, ligne 17 - page 8, ligne 22; figures 2-6 ---	1, 2, 7 -/-

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### ° Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

13 octobre 1998

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

20/10/1998

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Deroubaix, P

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Demande Internationale No  
PCT/FR 98/01489

**C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 338 549 A (COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE) 12 août 1977 cité dans la demande voir le document en entier ----	1,2,4,5, 7,8
A	US 5 331 678 A (HATFIELD STEPHEN C ET AL) 19 juillet 1994 cité dans la demande voir revendications 1-5; figures 1-8 -----	1,2,4,5, 7

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No  
PCT/FR 98/01489

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)			Date de publication
US 5139736 A	18-08-1992	US	5188797 A		23-02-1993
EP 0025395 A	18-03-1981	FR	2465297 A		20-03-1981
		CA	1157581 A		22-11-1983
		JP	1482528 C		27-02-1989
		JP	56046490 A		27-04-1981
		JP	63031066 B		22-06-1988
		US	4396573 A		02-08-1983
		ZA	8005497 A		26-08-1981
EP 0196598 A	08-10-1986	US	4702881 A		27-10-1987
		JP	61231487 A		15-10-1986
		KR	9403799 B		03-05-1994
FR 2338549 A	12-08-1977	CA	1096058 A		17-02-1981
		DE	2659634 A		14-07-1977
		GB	1517670 A		12-07-1978
		JP	1352812 C		11-12-1986
		JP	52085692 A		16-07-1977
		JP	61015393 B		23-04-1986
		NL	7700111 A		12-07-1977
		SE	426626 B		31-01-1983
		SE	7700135 A		10-07-1977
US 5331678 A	19-07-1994	AU	4921793 A		21-11-1994
		DE	69306416 D		16-01-1997
		DE	69306416 T		28-05-1997
		EP	0696377 A		14-02-1996
		WO	9425965 A		10-11-1994